หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การศึกษาจากเอกสาร

ปรอท

ปรอทเป็นสารชนิดหนึ่งที่พบตามธรรมชาติในรูปของแร่อิสระหรือในรูปของ HgS มีสีแดงปะปนอยู่ในเนื้อหินประเภทต่างๆ เรียกว่า Cinnabar โดยทั่วไปแล้วปรอทสามารถจำแนกออกได้เป็นหลายรูปแบบ คือ ปรอทในรูปของโลหะ (metalic form) ปรอทในรูปของสารประกอบอินทรีย์ (organic mercury compound) และปรอทในรูปสารประกอบอนินทรีย์ (inorganic mercury compound) ปรอทในรูปปรอทโลหะจะบริสุทธิ์ไม่ผสมกับสารอื่น ส่วนที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ได้แก่ alkyl, alkoxy และ aryl derivative of mercury ส่วนที่อยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์ได้แก่ mercurous chloride และ mercuric chloride (กรมควบคุมมลพิษ,2536)

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

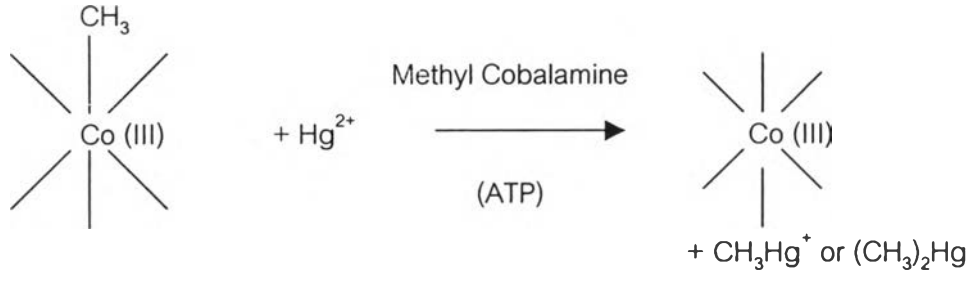
ในสภาวะอุณหภูมิปกติปรอทที่มีความบริสุทธิ์จะมีสถานะเป็นของเหลว มีสีขาวคล้ายเงิน จึงมีชื่อเรียกว่า "Liquid Silver" หรือ "Quick Silver" มาจากภาษาละตินว่า Hydragyrum นับเป็นโลหะชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นของเหลว ณ อุณหภูมิปกติ แต่ก็สามารถแปรสภาพเป็นของแข็งได้ แต่จะมีความเปราะและระเหยเป็นไอได้ ปรอทมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้และเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และมีคุณสมบัติทางเคมีดังต่อไปนี้ (กรมควบคุมมลพิษ ,2536)

- น้ำหนักโมเลกุล (molecular weight)	200.5	g.
- ความหนาแน่น (density)	13.546	g./ml.
- จุดเดือด (boiling point)	356.9	°c
- จุดเยือกแข็ง (freezing point)	-38.87	°c
- ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)	13.545	
- ความสามารถในการละลายน้ำ (solubility in water)	ต่ำ	

ประเภทของสารปรอท

1. สารประกอบอนินทรีย์ของปรอท (Inorganic mercury compound) ได้แก่สารประกอบเมอร์คิวรัสคลอไรด์ (mercurous chloride) และสารประกอบเมอร์คิวริกคลอไรด์ (mercuric chloride) สารประกอบทั้งสองชนิดนี้ เมอร์คิวริกคลอไรด์มีอำนาจในการขัดขวางปฏิกิริยาในร่างกายมากกว่าเมอร์คิวรัสคลอไรด์ ปรอทอนินทรีย์ที่สะสมในสิ่งแวดล้อมสามารถถูกเปลี่ยนเป็นปรอทอินทรีย์ซึ่งมีความเป็นพิษสูงกว่า ได้โดยแบคทีเรียชนิดที่สามารถสังเคราะห์สารมีเทน(methane-

synthesizingnbacteria) โดยใช้โคบอลท์ (III) ในวิตามิน B12 เป็นตัวช่วย กลุ่มมีเทน(CH_3-group) จะจับตัวกับโคบอลท์ (III) และถูกเคลื่อนย้ายต่อไปจับตัวกับประจุ Hg^{2+} โดยผ่านเมธิลโคบาลามีน (methyl cobalamin) ดังแสดงในสมการ



ที่มา : Dunlap ,1971 อ้างถึงใน สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2541

2. สารประกอบอินทรีย์ของปรอท (Organo mercury compound) เป็นสารประกอบปรอทที่เป็นพิษมากที่สุด ได้แก่ สารประกอบจำพวกอัลคิลเมอร์คิวรี่ (Alkyl mercury) เช่น เมทธิลเมอร์คิวรี่ (methyl mercury) มีผลในการขัดขวางปฏิกิริยาในร่างกายมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีสารประกอบพวก Aryl mercury โดยเฉพาะสาร CH_3Hg^+ สารนี้ละลายได้ดีในไขมัน ดังนั้นจึงสามารถสะสมได้ดีในเนื้อเยื่อต่างๆ รวมทั้งเนื่อเยื่อสมองของมนุษย์ สารประกอบปรอทอินทรีย์สามารถซึมผ่านเนื้อเยื่อ blood-brain barrier (BBB) ที่ช่วยป้องกันไม่ให้สารพิษผ่านจากกระแสโลหิตเข้าสู่เนื้อเยื่อสมอง ดังนั้นปรอทอินทรีย์จึงสามารถทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางได้อย่างถาวร ปรอทอินทรีย์ยังสามารถซึมผ่านรก (placenta) เข้าสู่ทารกในครรภ์แม่ ทำให้ทารกที่เกิดมามีอาการผิดปกติทางระบบประสาทและภูมิปัญญา นอกจากนี้ยังพบว่าสารปรอทอินทรีย์สามารถทำให้เกิดการผิดปกติทางโครโมโซมของมนุษย์ ซึ่งส่งผลกระทบระยะยาวทางกรรมพันธุ์ได้อีกด้วย

ความเป็นพิษของปรอท

สารประกอบของปรอทมีเลขออกซิเดชัน (oxidation number) ได้ทั้ง +1 และ +2 โดยเมื่อเลขออกซิเดชันเป็น +1 เรียก เมอร์คิวรัส (mercurous) เช่น Hg_2Cl_2 เมื่อมีประจุเป็น 2^+ เรียก เมอร์คิวริก (mercuric) เช่น $HgCl_2$ อย่างไรก็ตามสารประกอบเมอร์คิวรัสมี Hg สองอะตอมอยู่คู่กันเสมอ คือเป็น Hg_2^{2+} แต่สมบัติทางเคมีอื่นๆ คล้ายกับประจุเดี่ยวทั่วไป เช่น Hg^+ จะทำปฏิกิริยากับประจุของคลอไรด์ (Cl^-) ได้เป็นเมอร์คิวรัสคลอไรด์ (mercurous chloride) มีสูตร Hg_2Cl_2 ซึ่งเป็นตะกอนสีขาวเรียก คาโลเมล (Calomel) ใช้เป็นอิเลคโตรดในเซลล์ไฟฟ้า สารนี้ถ้าถูกกับแสงสว่างโดยตรง

จะสลายให้ Hg และ $HgCl_2$ ซึ่งสาร $HgCl_2$ เป็นพิษอย่างร้ายแรง ความเป็นพิษของสารปรอทขึ้นกับรูปแบบทางเคมีที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2-1 รูปแบบทางเคมีและความเป็นพิษของปรอท (De,1994 อ้างถึงในสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2541)

รูปแบบ	ความเป็นพิษ
Hg	โลหะปรอทบริสุทธิ์: ค่อนข้างเฉื่อย(inert) และไม่เป็นพิษ แต่ไอปรอทเป็นพิษอย่างร้ายแรงเมื่อสูดเข้าไป
Hg_2^{2+}	ประจุเมอร์คิวรัส : ไม่ละลายน้ำสามารถรวมตัวเป็นสารประกอบคลอไรด์ เป็นพิษน้อย
Hg^{2+}	ประจุเมอร์คิวริก : เป็นพิษ สามารถจับตัวกับซัลเฟอร์ในเม็ดเลือดแดง, เซรั่ม (zerum) และ ในโปรตีนชนิดต่างๆ แต่ไม่สามารถเคลื่อนผ่านเนื้อเยื่อกีดกั้น เช่น Blood-Brain Barrier ได้ นอกจากนี้ยังสะสมและทำอันตรายต่อไต
RHg^+	สารปรอทอินทรีย์เชิงเดี่ยว : มีความเป็นพิษสูง โดยเฉพาะชนิด CH_3Hg^+ (methyl mercury) ทำลายระบบประสาทและสมองอย่างถาวร สะสมได้ดีในไขมันและสามารถเลื่อนย้ายผ่านเนื้อเยื่อกีดกั้น (Blood-Brain Barrier) ได้
R_2Hg	สารปรอทอินทรีย์เชิงคู่ : มีความเป็นพิษต่ำ แต่ถูกเปลี่ยนรูปเป็น RHg^+ ได้ในภาวะที่เป็นกรด
HgS	สารประกอบปรอทซัลไฟด์ : ไม่ละลายน้ำและไม่เป็นพิษ พบตามธรรมชาติในดิน

ปรอทสามารถแพร่เข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ 3 ทาง คือ

1). ทางผิวหนัง สารปรอทสามารถซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกายได้ และเป็นอันตรายต่อผิวหนังหรือกล้ามเนื้อบริเวณนั้น เริ่มแรกจะรู้สึกระคายเคืองและอักเสบในบริเวณที่สัมผัสกับสารปรอท ดังนั้นต้องรีบล้างออกทันทีเมื่อสัมผัส ถ้าสารปรอทสามารถซึมผ่านเข้าไปมากๆ กล้ามเนื้อบริเวณนั้นอาจตายได้ และทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับไขข้อกล้ามเนื้ออักเสบ

2). ทางปาก สารประกอบปรอท มักติดมากับอาหารที่รับประทานเข้าไป ถ้ากินเข้าไปมากๆ จะเกิดการสะสมในร่างกาย ซึ่งถ้ามากเกินความต้านทานของร่างกายแล้ว จะทำให้เกิดโทษต่อระบบทางเดินอาหาร มีอาการอักเสบ ปวดกระเพาะ อาเจียนบ่อย บางครั้งอาจมีเลือดปนออกมา

ด้วย บางครั้งปรอทอาจเข้าสู่ร่างกายทางปากในรูปของยาที่มีปรอทมากเกินไป ไม่ได้ใช้ยาตามแพทย์สั่ง เช่น ในเด็กที่ได้รับยาคาโลเมลมากเกินไป จะมีอาการเบื่ออาหาร ปากอักเสบ ปวดตามแขน ขา ปัสสาวะบ่อยๆ และท้องเสีย อาการเหล่านี้อาจแสดงออกนานถึงปี

3). ทางจมูก เกิดจากการหายใจเอาปรอทเข้าไป ซึ่งถ้าได้รับในปริมาณมาก อาจทำให้เกิดอาการหนาวสั่น เป็นไข้ แน่นหน้าอก และอาจถึงตายได้ถ้าสูดไอปรอทเข้าไปโดยตรง

ปรอทเมื่อเข้าสู่ร่างกายมนุษย์แล้วก่อให้เกิดอันตรายโดยการแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งมีประจุไฟฟ้า ไอออนดังกล่าวจะไปขัดขวางขบวนการทางชีวเคมีที่ทำให้เกิดพลังงานแก่ร่างกาย ดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องหาวิธีอื่นเพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งพลังงาน ซึ่งวิธีเหล่านี้ทำให้เกิดกรดแลคติก (lactic acid) เป็นผลพลอยได้ กรดชนิดนี้เป็นผลร้ายต่อเซลภายในร่างกายโดยทำให้เซลในบริเวณที่มีกรดเกิดขึ้นตายได้ และจะปรากฏผลออกมาในรูปของการแสดงอาการผิดปกติต่างๆ ของร่างกาย (กรมควบคุมมลพิษ,2536)

ปรอทในสถานะที่เป็นของเหลวมีความเป็นพิษไม่มากนัก แต่เมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นไอจะมีพิษอย่างรุนแรง พิษของปรอททำให้เกิดอันตรายต่อระบบต่างๆ ภายในร่างกายทั้งในลักษณะที่เป็นพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง ในกรณีของพิษเฉียบพลันนั้นอาจเกิดจากการได้รับปรอทด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น การเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานเป็นต้น โดยอาการที่เกิดภายหลังจากปรอทเข้าสู่ร่างกายทางปากได้แก่ ปากเป็นแผลพุพอง อักเสบและมีเลือดออก ระบบทางเดินอาหารถูกทำลาย มีอุจจาระเป็นเลือดรวมทั้งเกิดการอาเจียน เป็นลมหมดสติและอาจทำให้ถึงตายได้ ส่วนกรณีของพิษเรื้อรัง จะแสดงอาการได้หลายลักษณะ คือ (กรมควบคุมมลพิษ,2536)

1) ทำลายระบบทางเดินหายใจและเนื้อเยื่อในปอด

2) เกิดผลกระทบต่อระบบขับถ่ายโดยการทำลายไต ทำให้ปัสสาวะได้น้อยหรือปัสสาวะไม่ออก

3) เกิดผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง โดยทำให้ระบบประสาทเกี่ยวกับการได้ยิน การมองเห็นและการทรงตัวสูญเสียไป มือและใบหน้ากิดอาการบวมเจ็บปวด เหน็บชา ร่างกายบางส่วนเป็นอัมพาต นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ ความจำเสื่อมและล้มตายในที่สุด บางรายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมและบุคคลิกลักษณะรวมทั้งมีอาการตกใจง่าย มีความรู้สึกเศร้าสลดและชอบทะเลาะวิวาท เป็นต้น

4) ปรอทในทุกรูปแบบสามารถแพร่จากมารดาผ่านรกไปสู่ทารกในครรภ์ ทำให้ทารกพิการเมื่อคลอดออกมา

สำหรับอันตรายเนื่องจากพิษปรอทที่มีต่อมนุษย์นั้น มีรายงานว่าในปี ค.ศ. 1956 ในประเทศญี่ปุ่นเกิดโรคที่เรียกว่า "มินามาตะ" (Minamnta Diseases) โดยเรียกชื่อตามอ่าวมินามาตะ ซึ่งเป็นแหล่งที่กิดโรคนี้ โรคดังกล่าวกิดขึ้นกับคนที่รับประทานอาหารจำพวกปลาและหอยในอ่าวมินามาตะซึ่งมีสารประกอบปรอทเจือปนอยู่ สาเหตุของการสะสมของสารปรอทในสัตว์น้ำเหล่านี้ก็เนื่องมาจากการปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานพลาสติกที่ใช้เมอร์คิวริกคลอไรด์ ($HgCl_2$) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาลงสู่อ่าวเป็นเวลาหลายปี ผลจากเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้มีผู้ได้รับอันตรายถึงประมาณ 1000-3500 คน ซึ่งผู้ป่วยจากโรคดังกล่าว มีอาการชาตามมือและเท้าตลอดจนแขนขาและริมฝีปาก ต่อจากนั้นจะมีอาการอื่นๆ ตามมาคือ ม่านตาหรี่เล็ก อารมณ์หงุดหงิด กระวนกระวาย พูดช้าและไม่เป็นภาษา ฟังไม่ได้ยิน การใช้มือและเท้าหรือกล้ามเนื้อแขนขาไม่สัมพันธ์กัน ในรายที่มีอาการหนักมากจะไม่สามารถควบคุมตนเองได้ทำให้เป็นอัมพาตและล้มตายในที่สุด (กรมควบคุมมลพิษ,2536 ; สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ,2541)

ในช่วงเวลาไล่เลี่ยกันบริเวณคาบสมุทรสแกนดิเนเวีย (Scandinavia) การเพิ่มขึ้นของโรงงานผลิตพลาสติกและการใช้ phenylmercury เป็นสารป้องกันเชื้อราในเมล็ดพันธุ์พืชทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม ประเทศสวีเดนภายหลังการใช้เมล็ดพันธุ์พืชที่เคลือบสารป้องกันรา นกที่กินเมล็ดพืชเป็นอาหารได้ตายลงเป็นจำนวนมากและตรวจพบว่าปรอทเป็นสาเหตุการตายของนกเหล่านี้ และมีการคาดการณ์ว่าคงจะมีปรอทปนเปื้อนในไข่ไก่ที่ขายตามท้องตลาดด้วยเช่นกันแต่ยังไม่ส่งผลกระทบถึงขั้นแสดงออกในมนุษย์ ในปี 1966 สวีเดนสั่งห้ามใช้สารป้องกันเชื้อราที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบกับเมล็ดพันธุ์พืช (Miettinen,1994)

นอกจากนี้ยังมีเหตุการณ์เนื่องจากพิษปรอทเกิดขึ้นในประเทศอิรักในปี ค.ศ. 1971-1972 โดยมีผู้รับประทานขนมปังซึ่งทำจากเมล็ดข้าวสาลีซึ่งมีสารกำจัดเชื้อราที่มี alkylmercury เป็นองค์ประกอบตกค้างอยู่ ทำให้มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 500 คน (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ,2541)

ส่วนค่าของปรอทที่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์นั้น WHO ได้รายงานไว้ว่า ค่าดังกล่าวในเลือดอยู่ระหว่าง 200-500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในเส้นผมอยู่ระหว่าง 50-125 ไมโครกรัมต่อกรัม สำหรับในเด็กทารกและหญิงมีครรภ์ค่าของปรอทในเลือดและเส้นผมจะลดลงเหลือ 100 ไมโครกรัมต่อกรัม และ 30 - 40 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้หมายถึงปรอทในรูปของ methylmercury ซึ่งถ้าหากร่างกายมีสารปรอทเจือปนอยู่เกินกว่าระดับที่กล่าวข้างต้นจะทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ (กรมควบคุมมลพิษ,2536)

การใช้ประโยชน์

ปรอทสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งทางด้านการแพทย์ วิทยาศาสตร์ การเกษตร การทหารและอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (กรมควบคุมมลพิษ ,2536)

1) ใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่างๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ บารอมิเตอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวเร่ง (catalyst) ในกระบวนการทางเคมีต่างๆ อีกด้วย
2) ใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ คือ เป็นส่วนผสมของยารักษาโรคหลายชนิด และเป็นองค์ประกอบในเครื่องมือแพทย์ เช่น เครื่องมือที่ใช้วัดความดันโลหิต เป็นต้น
3) ใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร คือ เป็นองค์ประกอบของสารเคมีกำจัดแมลง และสารเคมีกำจัดเชื้อราในพืช ทำให้สามารถป้องกันและกำจัดแมลงและเชื้อราที่เป็นศรัตรูพืชได้
4) ใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้า อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมชุบโลหะ อุตสาหกรรมผลิตสีทาบ้าน อุตสาหกรรมผลิตน้ำยาซักแห้ง อุตสาหกรรมผลิตคลอรีนและโซดาไฟและอุตสาหกรรมทำขนเฟอร์ เป็นต้น
5) ใช้ประโยชน์ทางการทหาร คือ เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งในการทำระเบิด

แหล่งที่มาของสารประกอบปรอทในสิ่งแวดล้อม

แหล่งที่มาสำคัญของปรอทคือปรอทจากเปลือกโลกซึ่งหมายรวมถึงการระเหยของปรอทจากพื้นดิน แม่น้ำ มหาสมุทรและแหล่งอื่นๆ ปรอทเกิดจากกระบวนการธรรมชาติประมาณ 2700 ถึง 6000 ตันต่อปี ประมาณ 10000 ตันของปรอทถูกขุดขึ้นขึ้นมาใช้และถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมประมาณปีละ 2000 ถึง 3000 ตัน เป็นการยากในการประเมินค่าปริมาณปรอทที่ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมว่ามาจากธรรมชาติเท่าใดหรือมาจากการกระทำของมนุษย์เท่าใด แหล่งน้ำธรรมชาติมีการปะปนของปรอททั้งจากแหล่งธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ เช่นเดียวกันเราไม่สามารถประเมินได้ว่าปรอทถูกปล่อยสู่บรรยากาศจากการกระทำของมนุษย์และจากธรรมชาติเป็นปริมาณเท่าใด (Goyer,1996)

การขุดแร่ การถลุงแร่และการทำอุตสาหกรรมล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้เกดการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อม ปรอทที่ถูกปล่อยจาก chloralkali plant ซึ่งเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของ

ปรอทในสิ่งแวดล้อมที่ใหญ่ที่สุดมีปริมาณลดลงในปัจจุบันเช่นเดียวกับการใช้ปรอทในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษซึ่งมีปริมาณลดลงและถูกห้ามใช้ในสวีเดนตั้งแต่ปี ค.ศ.1966 (Goyer,1996)

ฉะนั้นปัจจุบันการทำอุตสาหกรรมต่างๆ จึงไม่ใช่สาเหตุหลักของการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อม เชื้อเพลิงจาก Fossil มีปรอทปนอยู่มากถึง 1 ppm. และประมาณ 5000 ตันของปรอทถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมด้วยการใช้พลังงานจากถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและผลิตภัณฑ์รูปต่างๆของน้ำมันปิโตรเลียม จากการศึกษาปริมาณปรอทในก้อนน้ำแข็งบริเวณกรีนแลนด์พบการเพิ่มขึ้นของปริมาณปรอทจากปี ค.ศ. 1900 จนถึงปัจจุบันและยังสามารถตั้งข้อสังเกตุได้ว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณปรอทนั้นมาจากปรอทที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำฝนรวมกับปรอทที่มาจากการกระทำของมนุษย์(Goyer,1996)

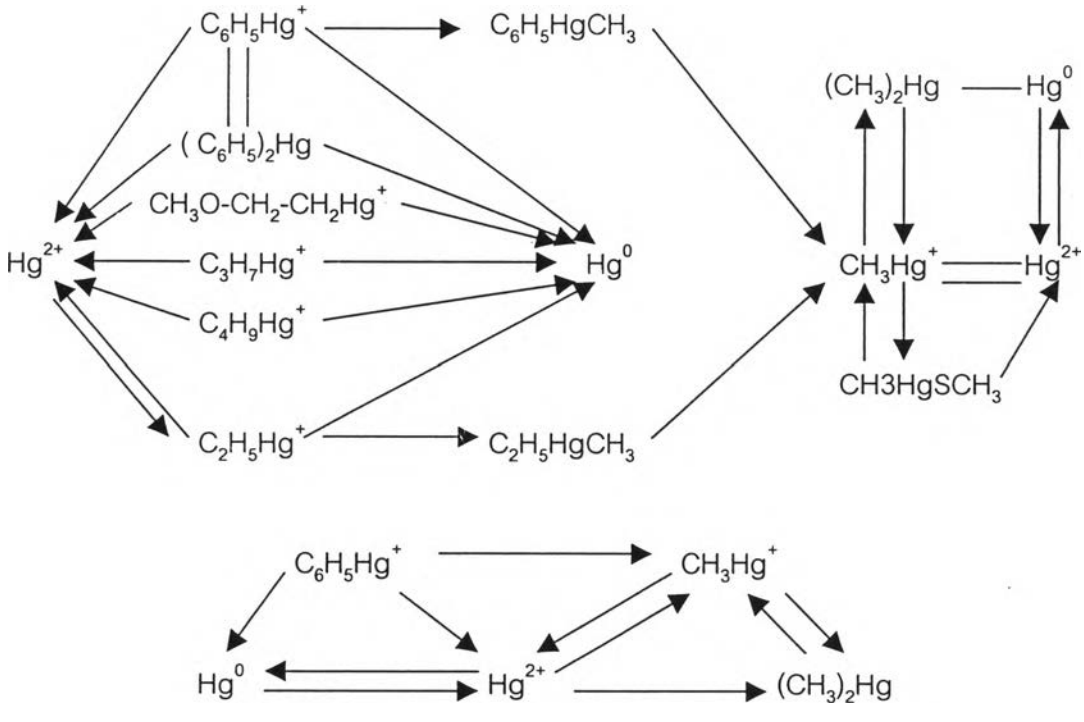
โลหะปรอทเป็นรูปแบบที่สำคัญของการหมุนเวียนเปลี่ยนรูปปรอทในสิ่งแวดล้อม เมื่อพิจารณาถึงแหล่งที่มาปรอทอินทรีย์และปรอทอนินทรีย์ก็ล้วนมาจากแหล่งเดียวกัน โลหะปรอทสามารถถูกออกซิไดซ์เป็นปรอทอนินทรีย์ที่มีประจุ 2^+ แขวนลอยอยู่กับอินทรีย์สารในน้ำ และสามารถเปลี่ยนรูปกลับไปเป็นโลหะปรอทได้ในภาวะที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยารีดักชั่น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเปลี่ยนรูปของปรอทบนโลกและการระเหยของไอปรอทสู่บรรยากาศ(Goyer,1996)

กระบวนการที่สองที่เกิดจากปรอทอนินทรีย์ที่มีประจุ 2^+ คือ การเกิดกระบวนการ methylation เปลี่ยนรูปเป็น dimethyl mercury โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ (anaerobic bacteria) methyl mercury เป็นรูปของปรอทที่สำคัญในแหล่งน้ำเนื่องจากสามารถส่งผ่านเพิ่มปริมาณตามห่วงโซ่อาหารไปสู่มนุษย์ได้จากการบริโภคปลา อีกทั้งยังสามารถแพร่กระจายสู่บรรยากาศและหมุนเวียนกลับสู่พื้นดินและแหล่งน้ำได้ตลอดเวลา(Goyer,1996)

การปนเปื้อนของปรอทในแหล่งน้ำ

ในสภาพแวดล้อมทางน้ำมีปรอทโลหะความเข้มข้นต่ำมาก ส่วนปรอทอินทรีย์และปรอทอนินทรีย์จะแขวนลอยอยู่กับตะกอนในน้ำ ปรอทในรูปแบบที่มีประจุไฟฟ้าต่ำจะถูกสิ่งมีชีวิตเล็กๆในน้ำจับเอาไว้ กระบวนการนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการหมุนเวียนสารปรอทในแหล่งน้ำ (Kudo et al., 1977,1978 อ้างถึงใน Boudou และ Ribeyre, 1983)

ปรอทอินทรีย์และปรอทอนินทรีย์จะละลายน้ำได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำ อาทิเช่น ค่าพีเอช ความเค็ม ความแรงของการ oxidation – reduction ปริมาณความหลากหลายของสารปรอทในแหล่งน้ำขึ้นอยู่กับรูปแบบของปรอทโดยเฉพาะอย่างยิ่งความต่างของประจุไฟฟ้าและความสามารถในการละลายน้ำ Mercuric chloride ($HgCl_2$) สามารถละลายน้ำและเปลี่ยนรูปเป็น $Hg(OH)_2$, Hg^{2+} , $HgCl^+$,$Hg(OH)^+$ และ $HgCl_3^-$, $HgCl_4^{2-}$ ซึ่งเป็นอิออนลบที่มีอำนาจในการทำปฏิกิริยามากที่สุดในแหล่งน้ำ เป็นปัญหาสำคัญของการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและยากต่อการศึกษาการเกิดจริงในธรรมชาติ (Hahne และKroontje,1973 ; Shin และ Rrenkel,1976 ; Rabenstein, 1978 ; Benes และ Havlik,1979; Burton, 1979 ; Astruc et al.,1981 อ้างถึงใน Boudou และ Ribeyre,1983)

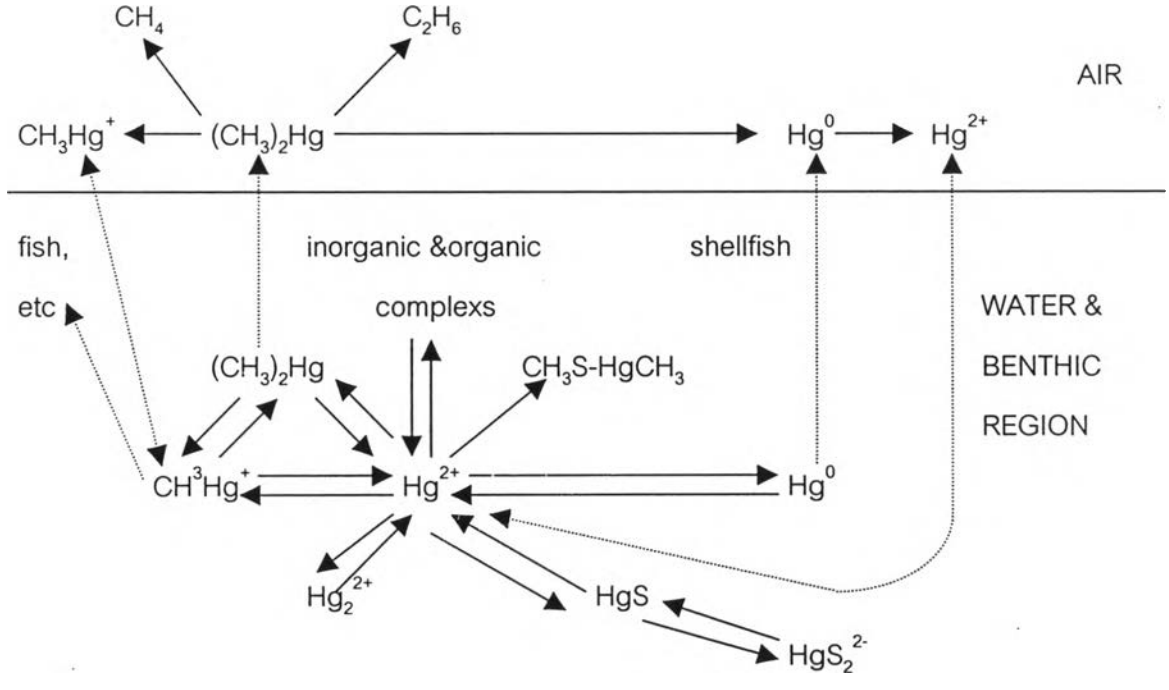


รูปที่ 2-1 รูปแบบของปรอทอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม (ที่มา Jernelov,1969 อ้างถึงใน Miettinen,1994)

ตะกอนเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกของการสะสมปรอทในแหล่งน้ำ มีแหล่งน้ำมากมายที่มีปรอทสะสมอยู่ กระบวนการหลักของการเปลี่ยนรูปปรอทในแหล่งน้ำคือการเกิดเมทธิลเลชั่น

(methylation) และดีเมทธิลเลชั่น (demethylation) ในดินตะกอน (Beijer และ Jernelov,1979 ; Craig,1981 อ้างถึงใน Boudou และ Ribeyre,1983)

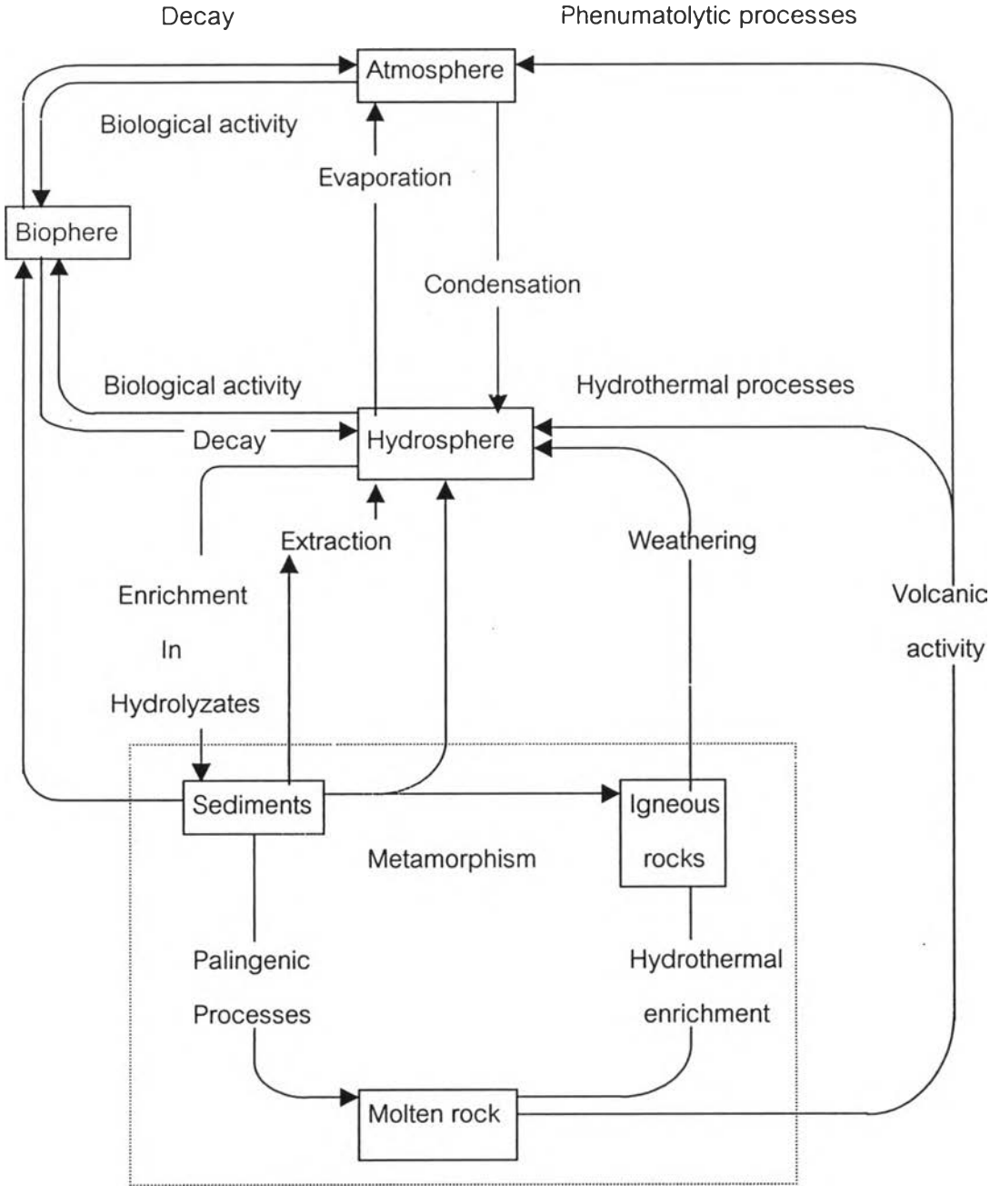
ปรอทที่รั่วไหลปนเปื้อนในแหล่งน้ำจะสะสมอยู่ในน้ำและในดินตะกอน จากนั้นจะถูกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ เปลี่ยนรูปเป็นเมทธิลเมอร์คิวรี่ ด้วยกระบวนการเมทธิลเลชั่น ซึ่งเมทธิลเมอร์คิวรี่มีความเสถียรมาก ละลายน้ำได้ดีอีกทั้งยังสามารถสะสมและขยายปริมาณมากขึ้น (biological magnification) ตามลำดับขั้นของการบริโภคจนในที่สุดเข้าสู่มนุษย์ได้ อย่างไรก็ตามในแต่ละระดับของห่วงโซ่อาหาร ปรอทที่ปล่อยออกมาจะน้อยกว่าปริมาณที่รับเข้าไป ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารขั้นต่ำ เช่น สาหร่าย จะมีปรอทในเนื้อเยื่อมากกว่าในน้ำที่มันอาศัยอยู่ และมากขึ้นไปอีกในปลาที่กินสาหร่ายเป็นอาหาร และปลากินปลาเป็นอาหารตามลำดับ



รูปที่ 2-2 สมการการหมุนเวียนของปรอทในสิ่งแวดล้อม (ที่มา Begiger and Jernelov,1969 อ้างถึงใน Miettinen,1994)

ในสิ่งมีชีวิตสามารถเกิดเมทธิลเมอร์คิวรี่โดยไม่ต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ได้ โดยการย้าย methyl group จากเมทธิลโคบาลามีน (methyl cobalamine) ไปยังเมทธิลเมอร์คิวรี่ออออน (Hg^{2+}) ซึ่งอาจเรียกกระบวนการนี้ว่า nonenzymatic methylation เพราะเมทธิลโคบาลามีนเป็นเมทธิลเอเจนท์ที่ดีมากและมีอยู่ในสิ่งมีชีวิตทั่วไป (Wood,1968 อ้างถึงในสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2541) นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตเล็กๆ ยังสามารถทำให้เกิดไดเมทธิลเมอร์คิวรี่ (dimethyl mercury) ได้อีกด้วย ซึ่งไดเมทธิลเมอร์คิวรี่นี้สามารถระเหยได้ง่าย ปรอทที่อยู่ในน้ำอาจถูกขจัดออกจากน้ำได้

โดยการระเหยเป็นไอในรูปไดเมทธิลเมอร์คิวรี่แพร่กระจายในอากาศแต่จะสลายตัวเมื่อถูกแสงอุลตราไวโอเล็ต จึงไม่ค่อยพบในอากาศมากนัก



รูปที่ 2-3 วัฏจักรของสารปรอท (ที่มา Rankama และ Sahama,1950 อ้างถึงใน Miettinen, 1994)

ปรอทในสภาพที่เป็นไอสามารถทำปฏิกิริยากับโอโซน (ozone), ออกไซด์ (oxide) ของไนโตรเจนและออกซิแดนซ์ (oxidant)อื่นๆ เพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นออกไซด์ในเตรดหรือเกลือของ

ปรอท สารประกอบปรอทเหล่านี้จะคงอยู่ในอากาศจนกระทั่งถูกฝนชะล้างลงสู่พื้นดินและแหล่งน้ำต่อไป

การสะสมปรอทในปลา

ในปลาการสะสมปรอทเกิดได้โดยตรงจากการดูดซับจากน้ำผ่านผิวหนังและเนื้อเยื่อในระบบทางเดินหายใจของปลา ซึ่งความจริงแล้วโครงสร้างเหล่านี้(ผิวหนังและเยื่อบุ)น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้เนื่องจากถูกปกคลุมด้วยเกล็ดและเนื้อเยื่อกีดกั้น อย่างไรก็ตามมีการสะสมในปริมาณไม่มากที่สามารถเข้าไปแทนที่องค์ประกอบธรรมชาติเดิมได้ ในวิธีการอื่น เนื้อเยื่อบริเวณเหงือกและระบบหายใจมีเนื้อที่มากมายให้เลือดสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม เนื้อเยื่อถุงลมคือส่วนบางที่สุดและกระบวนการแลกเปลี่ยนที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของการแลกเปลี่ยนซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในช่องระบบทางเดินหายใจและการไหลของน้ำในช่องเหงือก(Boudou, Georgescauld และ Desmazes,1983)

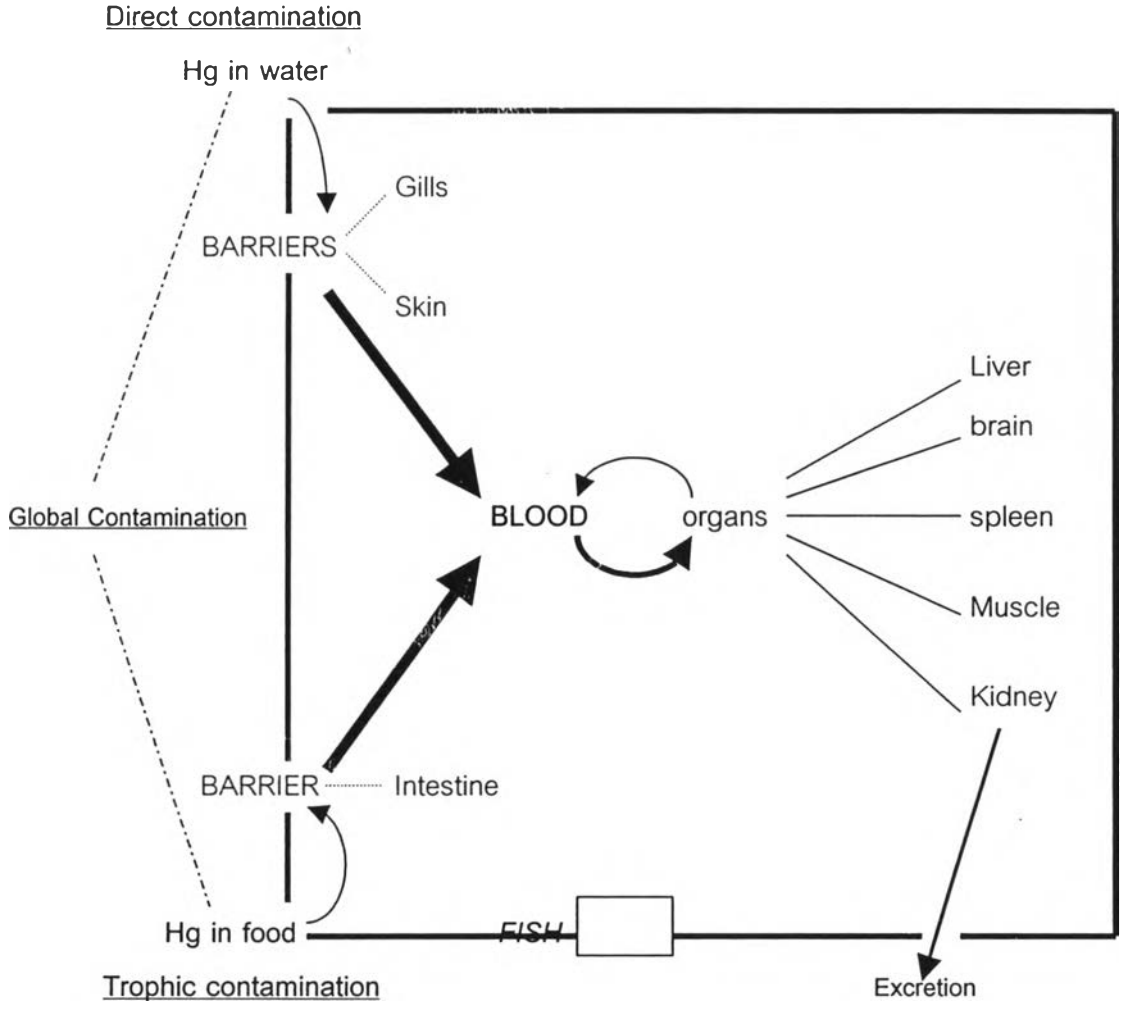
การปนเปื้อนทั้งหมดที่เกิดจากการดูดซับโดยตรงจากน้ำเป็นผลมาจากสิ่งไม่มีชีวิตในสิ่งแวดล้อมและผลจากกระบวนการทางฟิสิกส์เคมีของโมเลกุล โครงสร้างและหน้าที่เฉพาะของเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตมีส่วนสำคัญต่อระดับการปนเปื้อน ความแตกต่างขึ้นอยู่กับวัยและชนิดของสิ่งมีชีวิต (Klein และ Sheunert,1978 อ้างถึงใน Boudou, Georgescauld และ Desmazes,1983)

การรับปรอททางอ้อม คือ การรับปรอททางอาหาร โดยเกิดบริเวณลำไส้ซึ่งเป็นบริเวณที่มี microvilli ช่วยเพิ่มพื้นที่ของการสัมผัสอาหาร ปรอทจากระบบย่อยอาหารและน้ำจะเข้าสู่กระแสเลือดด้วยกระบวนการ active หรือ passive transport เช่นเดียวกับที่เกิดบริเวณผิวหนังและระบบหายใจ ลักษณะเฉพาะของการปนเปื้อน ชนิดของอาหารและชนิดของสิ่งมีชีวิตล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของความแตกต่างของการสะสมปรอททางอ้อมนี้ (Boudou, Georgescauld และ Desmazes,1983)

การสะสมปรอทในปลาสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 4 ดังนี้ (Boudou, Georgescauld และ Desmazes,1983)

1. ปรอทมีการเคลื่อนย้ายผ่านระบบหมุนเวียนของร่างกาย ในหลายกรณีพบว่าเลือดเป็นส่วนสำคัญของการสะสมปรอทในร่างกาย โดยมีการเคลื่อนย้ายปรอทผ่าน plasma membrane ของเซลล์เม็ดเลือดแดงไปยังเซลล์อื่นๆ ในร่างกาย

2. ปรอทมีการสะสมในอวัยวะเป้าหมาย โดยระดับการสะสมขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมี ปริมาณน้ำที่ผ่านเข้าออกในร่างกายและปริมาณของเนื้อเยื่อในบริเวณที่มีการสะสม ในระหว่างกระบวนการนี้ปรอทจะเคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อกีดกั้นในสิ่งมีชีวิต (เช่น capillary walls และ plasma membranes)ไปสู่เซลล์ของอวัยวะต่างๆ
3. การขับถ่ายปรอท ไตเป็นอวัยวะสำคัญของการขับถ่ายปรอทโดยจะมีการขับถ่ายผ่านกระบวนต่างๆในไตออกนอกร่างกายร่วมกับยูรีน



รูปที่ 2-4 การรับและขับถ่ายปรอทในปลา (ที่มา Boudou, Georgescauld และ Desmazes,1983)

การศึกษาปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตบริเวณอ่าวไทย

ประกาย บริบูรณ์ และคณะ (2530) ศึกษาการปนเปื้อนของปรอทในสัตว์ทะเลบริเวณน่านน้ำไทย ตามโครงการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2516 ถึง กันยายน พ.ศ. 2526 สำหรับในอ่าวไทย เก็บตัวอย่างทั้งหมด 25 ครั้ง ได้จำนวนตัวอย่าง 945 ตัวอย่าง ปริมาณปรอทที่พบอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 0.0001 ถึง 0.578 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยคือ 0.040 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบว่าร้อยละ 3.7 ของตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณปรอทเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

พิชาญ สว่างวงศ์ (2520) ทำการศึกษาการแพร่กระจายของปรอทบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยการเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิต ในเดือนมกราคมและเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2519 ได้ตัวอย่างทั้งหมด 82 ชนิด ปริมาณปรอทที่พบอยู่ระหว่าง 0.009 ถึง 0.294 ppm.

Cheevaparanapivat และ Menasveta (1979) ทำการศึกษาตัวอย่างปลา 191 ตัวอย่าง (22 สปีชีส์) , crustacean 27 ตัวอย่าง (2 สปีชีส์) ที่เก็บตัวอย่างได้จากอ่าวไทยตอนบนด้วยการใช้อวนลากในเดือนกันยายน ค.ศ.1976 และเดือนมีนาคม ค.ศ.1977 และแพลงก์ตอน 10 ตัวอย่าง ที่เก็บตัวอย่างด้วยการใช้แพลงก์ตอนเน็ต พบปริมาณปรอทรวม(น้ำหนักเปียก)มีปริมาณตั้งแต่ 2 ถึง 650 ppb. ค่าเฉลี่ย 41 ppb. และพบปริมาณปรอทอินทรีย์อยู่ในช่วงประมาณ 0 ถึง 280 ppb. ค่าเฉลี่ย 23 ppb. จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 228 ตัวอย่าง พบว่าร้อยละ 82 มีปริมาณปรอทต่ำกว่า 50 ppb. ร้อยละ 11 มีปริมาณปรอทอยู่ในช่วงระหว่าง 50 ถึง 100 ppb. และ ร้อยละ 7 มีปริมาณปรอทเกิน 100 ppb.

Manasveta (1982) ทำการศึกษาหาปริมาณปรอทจากหอยสองฝาจำนวนห้า สปีชีส์ ที่เก็บตัวอย่างได้จากบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี บางปะกง เจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง และตาปี เฉพาะหอยแมลงภู่ที่เก็บตัวอย่างในเดือนมกราคม ค.ศ.1979 ส่วนตัวอย่างอื่นได้แก่หอยนางรม หอยแครงและหอยลายเก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1978 พบปริมาณปรอทในหอยชนิดต่างๆอยู่ในช่วง 0.023 ถึง 0.180 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม (น้ำหนักเปียก) โดยพบปริมาณสูงสุดในหอยแมลงภู่ที่เก็บได้จากปากแม่น้ำเจ้าพระยา

สุธรรม สิทธิชัยเกษม และสุวรรณี เฉินบำรุง (2527) ทำการศึกษาหาปริมาณปรอทบริเวณปากแม่น้ำของอ่าวไทยตอนใน (บางปะกง ท่าจีน แม่กลอง เพชรบุรี และปราณบุรี) โดยการเก็บตัวอย่างทุกเดือนในช่วงระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2522 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2523 พบปริมาณ

ปรอทในน้ำมีค่า 0.24 - 0.38 ไมโครกรัมต่อลิตร ในดินตะกอนมีค่า 0.007 - 0.017 ไมโครกรัมต่อกรัม และในสัตว์น้ำซึ่งได้แก่ปลา กุ้งและหอยที่เก็บรวบรวมจากชาวประมงที่ทำการประมงในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง มีค่าปรอทเฉลี่ยในปลา 0.012 - 0.050 ไมโครกรัมต่อกรัม ในกุ้ง 0.021 - 0.051 ไมโครกรัมต่อกรัม และในหอย 0.032 - 0.043 ไมโครกรัมต่อกรัม

Cheevaparanapivat และ Menasveta (1981) ทำการศึกษาหาปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่และปลากระบอกที่เก็บตัวอย่างได้จากบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง ท่าจีน เจ้าพระยาและบางปะกง พบปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.29 ไมโครกรัมต่อกรัม ปริมาณสูงสุดพบที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนปริมาณปรอทในปลากระบอกพบอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.25 ไมโครกรัมต่อกรัม ปริมาณสูงสุดพบที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยาเช่นกัน

ทวีศักดิ์ บุณยโชติมงคล และคณะ (2528) ทำการศึกษาหาปริมาณปรอทในหอย 3 ชนิด คือ หอยนางรม หอยแมลงภู่และหอยแครง ที่เก็บได้จากชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกบริเวณอ่างศิลา บางโปรง บางปะกง ในช่วงปี พ.ศ. 2525 ถึงปี พ.ศ. 2529 โดยการเก็บตัวอย่าง 54 ครั้ง ได้จำนวนตัวอย่าง 272 ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอท 0.017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าที่พบทั่วไปอยู่ระหว่าง 0.001-0.153 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าสูงสุด 0.193 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบในหอยนางรมที่เก็บจากอ่างศิลาจากการเก็บตัวอย่างในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2525

โตมร มีเดช (2528) ทำการศึกษาหาปริมาณปรอทรวมและปรอทอินทรีย์ในน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา ได้รายงานถึงปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่ที่เก็บตัวอย่างจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและบริเวณอ้างอิงคือจังหวัดระยอง พบปริมาณปรอทรวมในหอยแมลงภู่ที่เก็บได้จากปากแม่น้ำเจ้าพระยาอยู่ในช่วง 0.015-0.018 ไมโครกรัมต่อกรัม ปรอทเมทธิลอยู่ในช่วง 2.395 – 2.829 นาโนกรัมต่อกรัม ส่วนปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่ที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดระยองมีปริมาณปรอทรวมอยู่ในช่วง 0.006 - 0.010 ไมโครกรัมต่อกรัม และปรอทเมทธิลอยู่ในช่วง 2.368 – 2.503 นาโนกรัมต่อกรัม

มาลี เลาสุทเสน (2528) ทำการศึกษาปริมาณสารปรอทรวมและสารปรอทอินทรีย์ในดินตะกอนจากแม่น้ำเจ้าเจ้าพระยาตอนล่าง ได้รายงานถึงปริมาณปรอทในหอยกะพงที่เก็บตัวอย่างจากบริเวณดังกล่าวกับจุดอ้างอิงคือจากจังหวัดระยองว่า มีปริมาณปรอทรวมอยู่ในช่วง 0.008-0.053 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักสด) และปริมาณปรอทเมธิลอยู่ในช่วง 5.24-9.40 นาโนกรัมต่อ

กรัม (น้ำหนักสด) และยังพบว่าปริมาณปรอทรวมและปรอทอินทรีย์ในหอยกะพงจากปากแม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณสูงกว่าจังหวัดระยอง

แววตา ทองระอา และคณะ (2534) ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก โดยการเก็บตัวอย่างปลา หมึก ปูม้า กั้ง ตั๊กแตน หอยนางรมและกุ้ง รวม 95 ชนิด จากสะพานปลา 4 แห่งในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ได้แก่ สะพานปลาบ้านเพ จังหวัดระยอง, สะพานปลาอ่างศิลา, สะพานปลาบางเสร่และสะพานปลาเขาสามมุข จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2530 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2531 พบปริมาณปรอทเฉลี่ยในปลาสูงกว่าสัตว์ทะเลชนิดอื่นคือ 0.035 ไมโครกรัมต่อกรัม(น้ำหนักเปียก) และมีปริมาณเฉลี่ยในหมึก ปู กั้งตั๊กแตน หอยนางรมและกุ้งตามลำดับดังนี้ 0.028, 0.021, 0.021, 0.016, 0.017, และ 0.010 ไมโครกรัมต่อกรัม(น้ำหนักเปียก)

Menasvate (1993) ทำการศึกษาปริมาณปรอทในปลาทะเลที่จับได้จากบริเวณแท่นเจาะก๊าซธรรมชาติกลางอ่าวไทย 3 แท่น คือ เอราวัณ ฟูนาน ปลาทอง โดยเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการตกเบ็ดในระหว่างวันที่ 9 - 17 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1993 จำนวนรวม 75 ตัวอย่าง ปริมาณปรอทที่วิเคราะห์ได้อยู่ระหว่าง 0.006-3.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม(น้ำหนักแห้ง)โดยปริมาณปรอทสูงสุดพบในปลาช่อนทะเล

อัธยา กังสุวรรณและคณะ (2540) ทำการศึกษาปริมาณการสะสมของโลหะหนักในหมึกสายและหมึกกระดองที่เก็บตัวอย่างจากท่าเทียบเรือจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร ระยอง สงขลาและนครศรีธรรมราช ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2536 ผลการวิเคราะห์พบปริมาณปรอท 0.02-0.04 ppm. (น้ำหนักเปียก)

สุชาดา มะแส (2540) ทำการศึกษาการสะสมของปรอทและแคดเมี่ยมในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเพื่อการส่งออกประเภทบรรจุกระป๋อง 5 ชนิด และประเภทแช่เยือกแข็ง 4 ชนิดที่ผลิตในเขตภาคใต้ตอนล่าง ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2536 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2537 จำนวนรวม 965 ตัวอย่าง พบว่าผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทุกชนิดมีการสะสมปรอทในปริมาณที่ใกล้เคียงกันและเป็นปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ คือ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.03 - 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ปลาแช่เยือกแข็งมีค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทสูงกว่าผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งอื่นๆ คือ 0.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2537) ได้ทำการศึกษาปริมาณปรอทในกุ้งปู จากแพปลาจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร ระยอง ตราด สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราชและสงขลา พบว่ามีปริมาณปรอทอยู่ในช่วง 0.02-0.31 ไมโครกรัม (น้ำหนักสด)

Menasvate et.al.(1995) ทำการศึกษาปริมาณปรอทในปลาทะเลที่จับด้วยวิธีการตกเบ็ดจากแท่นเจาะก๊าซธรรมชาติกลางอ่าวไทย 3 แท่น คือ เอราวัณ ฟูนนานและปลาทองเปรียบเทียบกับปลาในแหล่งอ้างอิงจากสุขาภิบาลบางเสร่ โดยการเก็บตัวอย่างในระหว่างวันที่ 20 มิถุนายน ถึงวันที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 1994 และในระหว่างวันที่ 5 ถึง 16 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1995 ผลการวิเคราะห์พบปริมาณปรอทตั้งแต่น้อยกว่า 0.01 ถึง 1.270 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในปลาที่เก็บตัวอย่างจากแท่นเจาะก๊าซธรรมชาติกลางอ่าวไทย และ 0.020- 0.993 ในปลาที่เก็บตัวอย่างจากท่าเทียบเรือประมงในเขตสุขาภิบาลบางเสร่

ปิยะนารถ ตุ้มวอน (2539) ศึกษาการสะสมของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตและการแปรผันระยะยาวของคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนใน ได้รายงานถึงการวิเคราะห์หาปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และปลาทะเลชนิดต่างๆ ที่เก็บตัวอย่างจากบริเวณชายฝั่งทะเลบางเสร่ จังหวัดชลบุรี ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2538 พบปริมาณปรอทเฉลี่ย 0.009, 0.013 และ 0.093-0.730 ppm.(น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังได้รายงานถึงการเพิ่มปริมาณทางชีวภาพของปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตบริเวณนี้ด้วย

การศึกษาปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตบริเวณทะเลอันดามัน

Menasveta และ Siriyong (1977) ทำการศึกษาหาปริมาณปรอทในปลาล่าเหยื่อในทะเลอันดามัน 36 ตัวอย่าง ที่เก็บตัวอย่างได้ในเดือน เมษายน ค.ศ. 1975 พบปริมาณปรอทใน Yellowfin tuna (*Neothunnus albacora*) 0.026 – 0.234 ppm. ใน Bigeye tuna (Parathunnus sibi) 0.027 - 0.233 ppm. และปลาฉลาม 4 ชนิด พบปริมาณปรอทในเนื้อ 0.057-0.478 ppm. นอกจากนี้ยังรายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทกับน้ำหนักปลาในปลาที่ทำการศึกษาว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกัน

ประกาย บริบูรณ์และคณะ (2530) ทำการศึกษาหาปริมาณปรอทในสัตว์ทะเลที่จับได้จากการลากอวนในทะเลอันดามันโดยการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้งในปี พ.ศ. 2519 ,2520, 2521 และ 2522 จากบริเวณจังหวัดพังงา กระบี่ ภูเก็ตและสตูล รวมตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ 242 ตัวอย่าง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณที่พบอยู่ระหว่าง 0.003-0.246 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าเฉลี่ยในแต่ละปี 0.040, 0.039, 0.053 และ 0.075 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

การศึกษาปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตในทะเลต่างประเทศ

Zhou (1994) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปรอทและสารหนูที่แพร่กระจายบริเวณผิวหน้าน้ำทะเลและในสิ่งแวดล้อมของทะเลจีนตะวันออก โดยการเก็บตัวอย่างน้ำและสิ่งมีชีวิตต่างๆจากบริเวณชายฝั่งเมืองเซียงไฮ้ พบปริมาณปรอทในน้ำทะเลลดลงเมื่อเก็บตัวอย่างน้ำทะเลห่างจากฝั่งมากขึ้น และได้รายงานผลการศึกษาของ Chen และคณะ (1981) ว่าพบปริมาณปรอทในสาหร่าย โคพิปอด (copipod) หอยสองฝา หอยนางรม แกสโตรปอด (gastropod) เดคาปอด(decapod) ซีเลนเทอเรต (coelenterate) เซฟฟาโลปอด (cephalopod) และปลาที่เก็บตัวอย่างจากปากแม่น้ำจุยลง (Jiu long) ตามลำดับดังนี้ 0.117, 0.675, 0.513, 0.411, 0.201, 0.270, 0.106, 0.456, 0.762 ppm.(น้ำหนักแห้ง)

นอกจากนี้ยังรายงานถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณปรอทไปตามห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตบริเวณแม่น้ำ ไจยุน (Jiyun) โดยมีปริมาณปรอทใน แพลงก์ตอน เบนโทส ปลากินพืช ปลาที่กินได้ทั้งพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์และนกหรือสัตว์ปีกที่กินสัตว์น้ำ 0.34, 0.48, 0.90, 1.70 และ 3.29 ppm. ตามลำดับ

Monteiro และ Lopes (1990) ทำการศึกษาปริมาณปรอทในปลาฉนาก (Swordfish) *Xiphias gladius* บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างความยาว น้ำหนัก อายุและเพศ โดยการเก็บตัวอย่างปลาฉนากด้วยการวางเบ็ดราวในเขต Azorean Economic Exclusive Zone ในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (43 องศา – 33 องศา 5 ลิบดาเหนือ และ 21 องศา ถึง 35 องศา 5 ลิปดา ตะวันตก) ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 1987 พบปริมาณปรอท 0.06 – 4.91 ไมโครกรัมต่อกรัม และพบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณปรอทกับความยาว น้ำหนักตัว อายุและเพศของปลา

Herut และคณะ (1996) ทำการศึกษาการพักตัวและการลดปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อมโดยการใช้กรณีศึกษาการปนเปื้อนของปรอทบริเวณอ่าวไฮฟา (Haifa Bay) ประเทศอิสราเอล โดยการเก็บตัวอย่างดินตะกอน ตะกอนผิวหน้าพื้นทะเล ตะกอนแขวนลอยในน้ำและหอยสองฝามาทำการวิเคราะห์หาปริมาณการสะสมปรอทพบปริมาณปรอทในดินตะกอนลดลงเมื่อมีความลึกมากขึ้นและมีปริมาณลดลงในแต่ละปีจากปี ค.ศ. 1985 ถึงปี ค.ศ. 1993 ส่วนในตะกอน

แขวนลอยในน้ำพบปริมาณปรอทสะสมในตะกอนที่เก็บจากระดับน้ำลึกมากกว่าในตะกอนที่เก็บจากที่ระดับน้ำตื้น แต่มีปริมาณการสะสมลดลงในแต่ละปีจากปี 1984 ถึงปี 1993 เหมือนกัน

ส่วนปริมาณปรอทในหอยสองฝา *Macro corallina* นั้นทำการเก็บตัวอย่างในระหว่างปี ค.ศ. 1979 ถึงปี ค.ศ. 1993 จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 1500 ตัวอย่าง พบปริมาณปรอท 0 – 530 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)และมีปริมาณการสะสมลดลงเรื่อยๆในแต่ละปี

สำหรับปริมาณปรอทในปลาทะเล 2 ชนิด คือ *Sagocentron rubrum* และ *diplodus sargus* ที่เก็บตัวอย่างในช่วงเวลาเดียวกันนั้นพบว่ามีปริมาณปรอทอยู่ในช่วง 0.0005 ถึง 0.012 ไมโครกรัมต่อกรัม ใน *D. sargus* และ 0.001 ถึง 0.015 ไมโครกรัมต่อกรัม ใน *S. rubrum* แต่สิ่งที่เหมือนกันของปลาทั้งสองชนิดนี้คือ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณปรอทกับน้ำหนักตัว และมีบริมาณการสะสมปรอทค่อยๆลดลงจากปีแรกจนถึงปีสุดท้ายที่ทำการศึกษาเช่นเดียวกับที่พบในการศึกษาปริมาณปรอทในตะกอนทะเล ตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลและหอยสองฝาข้างต้น

Cossa, Sanjuan และ Noel (1994) ทำการศึกษาการแพร่กระจายของปรอทในน้ำทะเลบริเวณช่องแคบโดเวอร์ (Strait of Dover) ซึ่งเป็นช่องแคบระหว่างอังกฤษกับฝรั่งเศส ในระหว่างเดือนกันยายน ค.ศ. 1990 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 1991 พบว่าปรอทส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารแขวนลอยมากกว่าสารละลายและประมาณ 20 – 90 % ของปริมาณปรอทรวมจะมีค่าสูงมากที่บริเวณชายฝั่ง คือ บริเวณใกล้เมือง Folkeston ในประเทศอังกฤษ และเมือง Cap Griz – Nez ในประเทศฝรั่งเศส

Richardson, Garnhan และ Fabris (1994) ทำการศึกษาปริมาณของโลหะปริมาณน้อยในหอยแมลงภู่ (*Mytilus edulis planulatus*) โดยการคัดตัวอย่างหอยแมลงภู่ที่มีอายุและขนาดเท่ากันจากบริเวณอ่าวพอร์ต ฟิลลิป (Port Phillip Bay) ในรัฐวิคตอเรียไปเลี้ยงในสถานที่ต่างๆกันภายในเขตชายฝั่งทางตอนใต้และทางตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย ได้แก่ บริเวณ South Channel ในรัฐ Victoria, Kwinana , ในอ่าว St. Vincent , Beacon Head ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตก, Port Pirie อยู่ใน Port Phillip Bay(เป็นบริเวณควบคุม) และ Edithburge อยู่ในบริเวณ Spencer Gulf หลังจากทำการเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน(ทำ 3 ซ้ำ) พบปริมาณปรอทเฉลี่ยในแต่ละสถานี 0.078, 0.552, 0.080, 0.065 และ 0.070 ไมโครกรัมต่อกรัม(น้ำหนักแห้ง)ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณกันแล้วพบว่าปริมาณปรอทในบริเวณอื่นมีปริมาณสูงกว่าบริเวณควบคุม หมายถึงการสะสมของปรอทในหอยแมลงภู่จะมากขึ้นตามปริมาณปรอทที่มีในสิ่งแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่

Andre, Ribeyre และ Boudou (1990) ทำการศึกษาปริมาณปรอทรวมในโลมา (*Stenella Attenuata*) 44 ตัวที่ติดมากับการลากอวนปลาทูน่าในจากบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันออก (80 – 140 องศาตะวันออก และ 10 องศาใต้ถึง 20 องศาเหนือ) ทำการศึกษาปริมาณปรอทใน 18 อวัยวะ พบปริมาณปรอทเฉลี่ย 0 - 36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในเลือด, 0 - 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตับ ปริมาณเฉลี่ยในอวัยวะอื่นอยู่ระหว่าง 1-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

Phillips, Heilprin และ Hart (1997) ทำการศึกษาปริมาณปรอทในปลากะพง (*Paralabrax nebulifer*) ที่เก็บตัวอย่างจากบริเวณตอนใต้ของอ่าวแคลิฟอร์เนีย โดยการเก็บตัวอย่างปลากะพงในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1993 พบปริมาณปรอทอยู่ในช่วง 100 – 360 นาโนกรมต่อกรัม(น้ำหนักเปียก) และยังได้รายงานถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณปรอทกับอายุและความยาวปลาด้วย

การศึกษาปริมาณปรอทในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย

ตารางที่ 2-2 ปริมาณปรอทรวมในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย

ปีที่ศึกษา	สถานที่	ปริมาณปรอทรวม (ppm.)	อ้างอิง
2517	ชายฝั่งทะเลบางพระ	0.015-0.019	Menasveta (1976)
2518-2519	อ่าวไทยตอนใน	0.01-0.11	สุธรรม สิทธิชัยเกษม(2521)
2518-2519	อ่าวไทยตอนใน	0.02-2.00	สุธรรม สิทธิชัยเกษม(2521)
2518	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.216 $\pm$ 0.28	Menasveta (1978)
2522-2523	ชายฝั่งทะเลปากแม่น้ำ	0.24-0.28	สุธรรม สิทธิชัยเกษม และ สุวรรณี เฉินบำรุง (2526)
2521-2529	อ่าวไทยตอนใน	0.2-203	Jarach(1987)
2521-2529	อ่าวไทยตอนในฝั่งตะวันตก	0.1-88.7	Jarach(1987)
2530	อ่าวไทยฝั่งตะวันออก	0.20-1.75	คณะอนุกรรมการคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเล(2532)
2530	อ่าวไทยฝั่งตะวันออก(โดยศูนย์ฯ ประมง)	0.19-20.1	คณะอนุกรรมการคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเล(2532)

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

2534-2539	ชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย		กรมควบคุมมลพิษ(2539)
	- เขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด	ND-0.0001*	
	- หมู่เกาะช้าง	ND	
	- หมู่เกาะช้าง	ND-0.0001*	
	- อ่าวคุ้งกระเบน	ND-0.00006*	
	- แหลมฉบัง	ND-0.0001*	
	- มาบตาพุด	ND-0.0003*	
2541	- มาบตาพุด	ND-0.005*	Sonthi Kochawat(2542)
	- แหลมฉบัง	ND-0.0574*	

หมายเหตุ ND = non detected

* = ppm.

ลักษณะทั่วไปของปลาช่อนทะเล

ปลาช่อนทะเล (cobia) เป็นปลาที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เป็นปลาที่มีเพียง 1 ชนิดในครอบครัว หรือมีสปีชีส์เดียวในโลก คือ *Rachycentron canadus* [Linnaeus] โดยมีลำดับอนุกรมวิธานดังนี้ (Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC),1998)

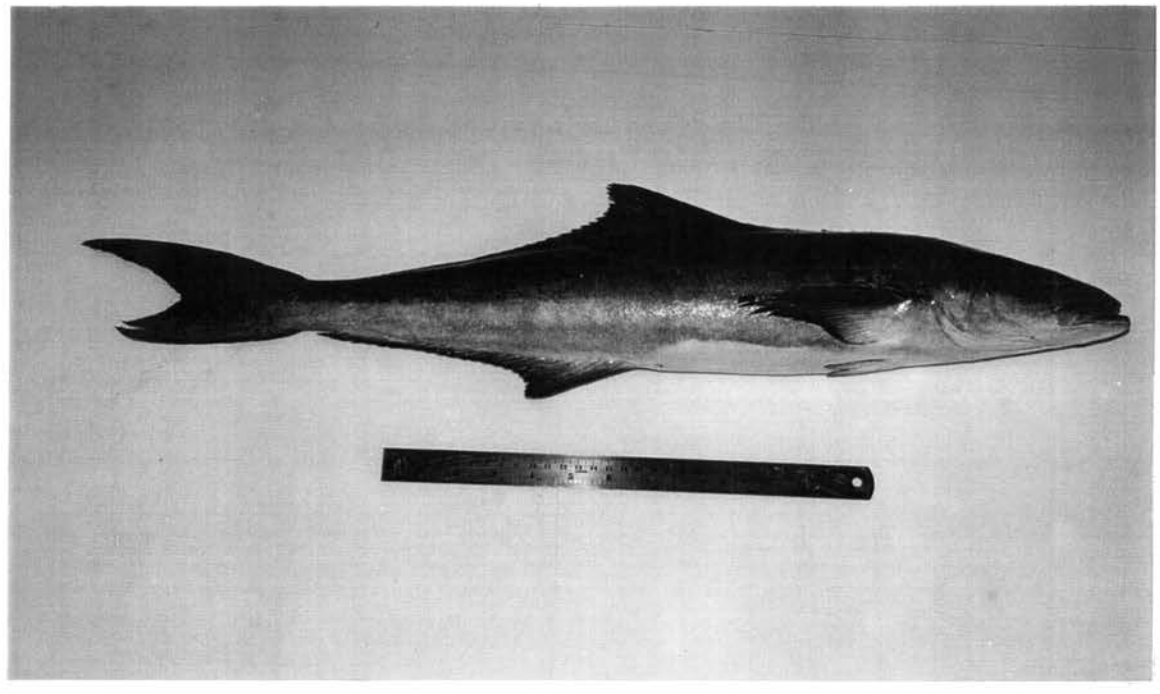
Order:	Periformes
Family:	Rachycentridae
species name:	*Rachycentron canadus* [Linnaeus]
fish group:	Cobia
ชื่อไทย	ช่อนทะเล

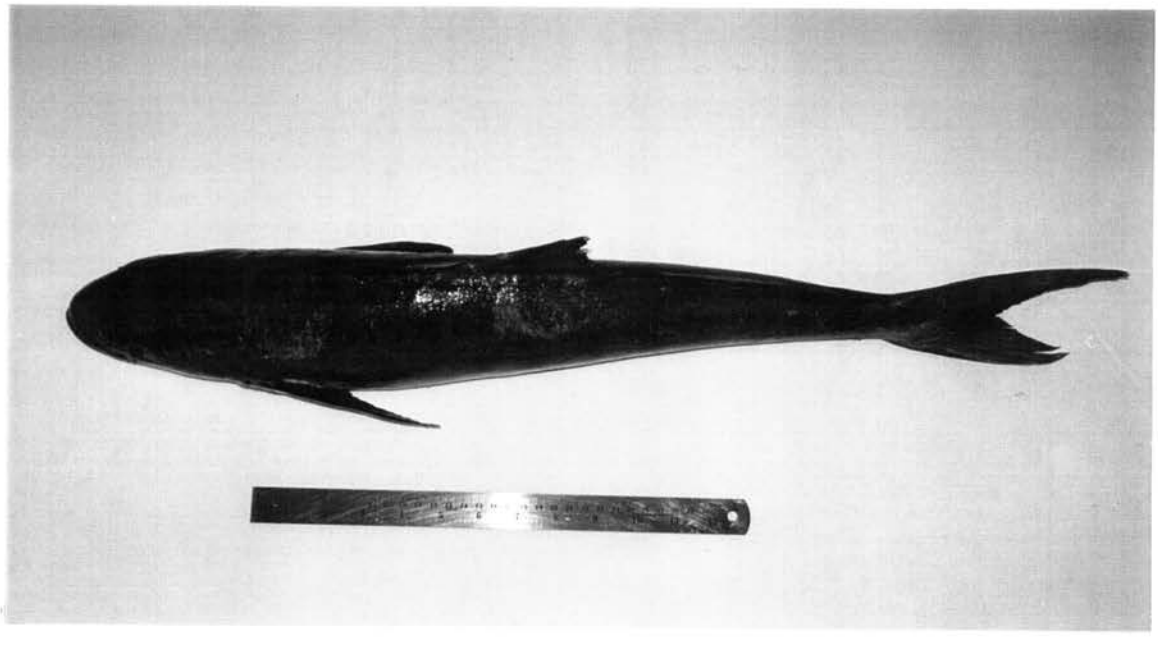
order Periformes ปลาใน order นี้เป็นปลาที่พบเห็นกันได้ทั่วไป ได้แก่ ปลากระรัง ปลาหางแข็ง ปลาทู เป็นต้น ลักษณะประจำ order นี้มีดังต่อไปนี้คือ มีครีบหลังสองครีบ อาจติดกันหรือแยกจากกันก็ได้ ครีบทุกครีบยกเว้นครีบหางมีก้านครีบแข็ง ครีบท้องอยู่ในตำแหน่ง thoracic position และมีก้านครีบไม่เกิน 6 ก้าน ครีบหางมีก้านครีบทั้งหมดไม่เกิน 17 ก้าน ในเขตน่านน้ำไทย พบว่ามีอยู่ 15 suborder (กรมประมง,2507)

Family Rachycentridae ที่พบมีเพียงสกุลเดียว ชนิดเดียว คือ *Rachycentron canadus* เป็นครอบครัวปลาช่อนทะเลหรือไฮ้โหลย ลักษณะประจำครอบครัวมีดังนี้ คือ เป็นปลาที่มีลำตัวค่อนข้างกลมยาวเรียว ส่วนหัวกว้างแบนลง ปากกว้างใหญ่ ฟันเล็กคมเรียงกันเป็นแถบ อยู่บนขากรรไกร เพดานปากและลิ้น ตาเล็ก เกล็ดขนาดเล็ก ครีบหลังอันแรกมีก้านครีบแข็งสั้นและแยกห่างจากกันมีจำนวน 7-9 อัน ไม่มีก้านครีบฝอย ส่วนหลังจะยกสูงขึ้นในตัวเต็มวัย ครีบทวารมีลักษณะเช่นเดียวกับครีบหลัง ครีบหางกลม (lunate) เมื่อยังเป็นปลาเล็กแต่เมื่อปลาโตเต็มที่ครีบหางจะเว้าลึกแบบ emarginate โดยมีแพนหางบนยาวกว่าอันล่าง ตลอดลำตัวเป็นสีน้ำตาลอมเทาสลับด้วยแถบสีขาวพาดไปตามความยาวของลำตัวข้างละ 2 แถบ ด้านท้องมีเส้นสีเหลือง เป็นปลาขนาดใหญ่ โดยทั่วไปมีความยาว 80-100 เซ็นติเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่พบมีความยาวถึง 180 เซนติเมตร (กรมประมง,2507 ; กรมประมง,2535 ; SEAFDEC,1998)

พบแพร่กระจายในทะเลเขตร้อน ประเทศไทยพบทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ทั้งในบริเวณน้ำลึกและชายฝั่งบริเวณกองหินปะการังและปากน้ำ (กรมประมง,2535) Ditty และ Shaw, 1992 รายงานว่ามักพบอาศัยบริเวณแท่นเจาะน้ำมันและแท่นเจาะก๊าซธรรมชาติกลางทะเล และมักอาศัยร่วมกับสาหร่าย *Sagrassum* หากินบริเวณหน้าดิน กินกุ้ง ปลาและสัตว์อื่นเป็นอาหาร ประโยชน์ของปลาช่อนทะเล ได้แก่ การใช้เนื้อปรุงอาหาร นอกจากนี้ปลาช่อนทะเลยังเป็นปลาสู้เบ็ดนิยมตกเป็นเกมกีฬา (กรมประมง,2535 ; SEAFDEC,1998)

Cayer, Biesiot และ Frank, 1994. รายงานถึงลักษณะการแพร่กระจายของปลาช่อนทะเลบริเวณอ่าว Mexico โดยฤดูกาลผสมพันธุ์จะเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม ปลาช่อนทะเลที่พร้อมผสมพันธุ์จะอพยพขึ้นมาทางตอนเหนือของอ่าวบริเวณปากแม่น้ำ Mississippi ช่วงเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนเป็นช่วงที่ปลามีการผสมพันธุ์มากที่สุด ในช่วงต้นฤดูผสมพันธุ์จะพบปลาตัวเมียมากกว่าปลาตัวผู้ส่วนช่วงปลายฤดูจะพบปลาตัวผู้มากกว่าปลาตัวเมีย หลังฤดูผสมพันธุ์ในฤดูหนาวปลาจะอพยพไปอยู่ทางฝั่งตะวันออกของอ่าวบริเวณแหลม Florida และจะอพยพกลับเมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์





รูปที่ 2-5 ปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadus*)